

pues, estando el día muy oscuro, fuí á nuestro laboratorio y saqué las cintas de su caja. En otra época las habría indudablemente encontrado idénticas en semejante ocasion; hoy ya no sucede esto. La cinta parda ha quedado ciertamente la misma; la escarlata, empero, me impresiona vivamente y me sorprende por su brillo. En todas las posiciones imaginables las distingo, y la diferencia ha permanecido siempre muy perceptible. He rogado al Sr. Spring intentara engañarme; no lo ha logrado ni lo logrará. No puedo decir lo mismo de las cintas azul y morada. Bien creo ver alguna diferencia, pero no estoy seguro de no ser víctima de una ilusion. En este sentido he de hacer más progresos aún; tal vez mi torpeza con el azul y el morado depende de que todavía mi perceptividad para el rojo no es muy grande. En efecto, la fucsina da aún al rojo de mi cinta un color mucho más vivo que el que yo percibo aún hoy. Será tal vez cuestion de tiempo y de práctica.

¿No es esta una confirmacion curiosa de la teoría emitida por nosotros? Si, en efecto, la fucsina sirve solamente para romper ciertas resistencias; si detiene los rayos luminosos cuya propiedad es alentar y contener esas terquedades, en los seis meses que nuestros experimentos han durado y en los que yo he tenido constantemente fucsina delante de mi vista, las he vencido tantas veces que los elementos nerviosos de mi ojo son más disgregables, han tomado como nuevas costumbres y obedecen más fácilmente á los impulsos de los agentes luminosos.

A mediados de enero quise cerciorarme de si el espectro solar me presentaría aún el mismo aspecto que ántes. Mirando las cintas vi al rojo bastante más luminoso que el pardo. Sin embargo, me parecía que el contraste había bajado un poco desde la última vez. Apliqué el ojo al espectroscopio y examiné varias veces cuidadosamente el espectro. Al principio creí ver unas gradaciones más marcadas en la parte amarilla; mas luégo, considerándolo bien, concluí que no había cambio. Dirigiendo luégo el ojo por casualidad sobre las cintas, vi todavía que una de ellas era más brillante; me acerqué, era la parda. Solo á la larga y despues de recurrir muchas veces á la fucsina, el rojo recuperó en parte su brillo relativo.

Sea, empero, lo que fuere de mi esperanza tal vez mal fundada, creemos que la cuestion del daltonismo ha entrado en una nueva fase, que los hechos presentados por nosotros al público científico promoverán nuevas investigaciones y que tendrán acaso el honor de servir un día de base para fundar una teoría definitiva de esta curiosa anomalía. (*Kosmos*, setiembre 1878).

SOBRE LA CEGUERA DE COLORES,

POR EL

DR. A. DE REUSS.

Hace ya más de cien años que se conocieron los primeros casos de ceguera de colores observados en un zapatero de nombre Harris y su hermano, naturales de Maryport (Cumberland), y mencionados en una carta de Huddart dirigida á Priestley y publicada en las *Philosophical Transactions* de 1777. Mas el primero que describió esta afeccion exactamente, fué Dalton en 1792, porque él mismo era ciego para el rojo y conocia á varias otras personas que padecían el mismo defecto, el cual fué llamado *daltonismo* por Prevost en 1827, nombre que, á propuesta de Brewster, ha sido reemplazado por el de ceguera de colores (prefiriendo otros unos términos griegos que quieren decir mala ó falsa percepcion de colores).

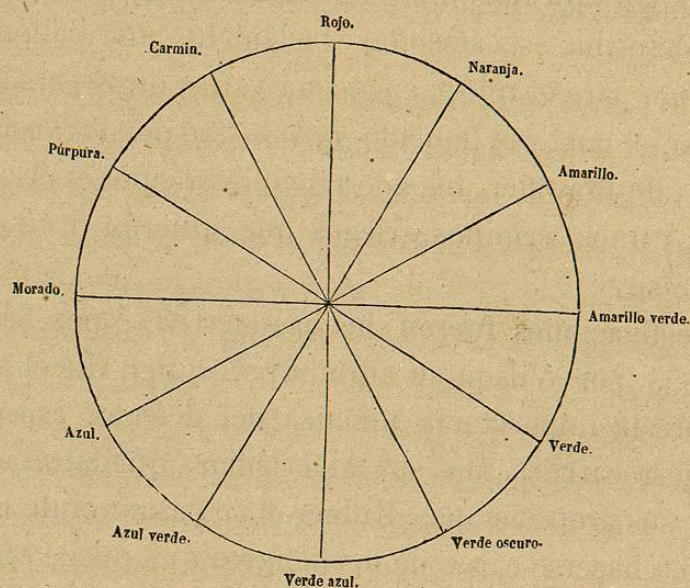
Muchas investigaciones fueron hechas en 1837, por Seebeck de Berlin, y despues en 1835, por Wilson de Edimburgo, quien fué el primero en llamar la atencion sobre la importancia práctica del defecto, especialmente para el servicio de los ferrocarriles. Mas sus advertencias quedaron desatendidas y nadie hizo caso de sus proposiciones. Hubieron de pasar veinte años más hasta que el público llegó á hacerse cargo de los peligros que puede ofrecer el que la seguridad de un tren que estriba en la distincion de señales blancas, rojas y verdes, se halle confiada á un individuo que, á causa de un defecto congénito que no sabe ó que oculta, no puede distinguir entre el rojo y el verde.

Hoy en muchos países las administraciones de ferrocarriles están obligadas á someter su personal á un exámen detenido de la facultad de distinguir los colores y como toda verdad acaba por abrirse paso, si bien lentamente, ha llegado ya la época que todo médico de ferrocarril debe saber determinar si el personal empleado á sus cuidados posee ó no la percepcion normal de colores. Mas tambien el médico ordinario, tan aficionado á mandar á todos los enfermos de ojos á casa del especialista, se verá en el caso de tener que practicar semejantes exploraciones, y si se hace obligatorio por la ley el exámen de los empleados de ferrocarriles, la ley deberá proveer á que los examinadores tengan los conocimientos correspondientes.

Estas son las consideraciones que motivan la siguiente exposicion del estado

actual de nuestros conocimientos en punto á ceguera de colores; mas ántes de entrar en materia será conveniente recordar algunas nociones generales acerca de los colores.

Considerando el sistema de colores en conjunto, encontramos que poseemos solo cuatro colores fundamentales: rojo, amarillo, verde y azul, á los que hemos de añadir aún el blanco y el negro, cualquiera que sea la manera de explicarnos la sensación de estos dos colores. Todos los demas son colores de mezcla que podemos reproducir efectivamente por medio de los colores fundamentales. Figurándonos éstos ordenados en un círculo con los colores mixtos más importantes, tendremos el siguiente cuadro:



Cada dos colores diametralmente opuestos en este círculo, mezclándose convenientemente, v. gr. por medio del disco rotatorio, producen en el ojo la impresión de blanco ó (á causa de la impureza de los colores) gris, por cuya razon estos colores han recibido el nombre de *complementarios*; Hering los llama *contrarios* porque su mezcla no produce otro color nuevo, como sucede en los colores vecinos.

Todos estos colores, tanto los fundamentales como los compuestos, se llaman *saturados* en su mayor pureza, es decir, cuando no contienen mezcla de otro color. La saturación de todo color puede alterarse por la adición de blanco, negro ó gris, resultando de ahí diferentes *matices* que podemos calificar de negros, blancos y grises claros, medianos y oscuros.

Si en vez de considerar el negro como color, lo conceptuamos como falta de

claridad, en oposición al blanco, que es la claridad suma, habremos de distinguir entre colores de mucha intensidad luminosa y otros de poca intensidad, ocupando el gris un puesto intermedio entre los dos extremos.

Tomando en lugar de negro ó blanco otro color para mezclarlo con un color determinado, produciremos una modificación del *tono de color*, de modo que distinguiremos entre *matices* y *tonos*, adoptando el lenguaje de Hering.

Figurémonos que nuestro círculo de colores forma el ecuador de una esfera que tiene un polo blanco y otro negro, y que los colores del ecuador se van mezclando poco á poco con el color de cada polo. Así tendremos para cada color ecuatorial un meridiano de matices que representa la transición gradual del blanco al negro por el color respectivo, v. gr. el azul daría la serie de: blanco, blanco azulado, azul blanquecino, azul puro ó saturado, azul negruzco, negro azulado, negro.

En la línea de unión de los dos polos se hallan los grados intermedios entre el negro y el blanco, desde el gris blanquecino más claro hasta el gris negruzco más oscuro; en el medio del eje ó sea el centro de la esfera se encontrará el gris neutral, es decir, el gris que tiene tanto de blanco como de negro. Pues bien, con cada uno de estos innumerables grados de gris puede mezclarse cada uno de los innumerables colores de la superficie de nuestra esfera, perdiendo su pureza y haciéndose *sucio* como se dice.

Partiendo la esfera por el ecuador, tendremos un disco que nos ofrece un centro gris y en el extremo superficial de cada radio ó sector un color determinado; cerca del centro habrá un gris con ligera mezcla de color y cerca de la periferia el color correspondiente con una ligera mezcla de gris.

Si consideramos un disco paralelo al anterior á poca distancia del polo blanco, tendremos en el centro un gris blanquecino y en el resto de la superficie circular varios matices de color claro blanquecino cuya pureza aumenta hacia la periferia.

Imaginándonos, finalmente, la esfera compuesta de muchas esferas concéntricas, tendremos en la superficie de la más externa los colores limpios y en la superficie de cada una de las internas, colores con mezcla de gris, hasta llegar al gris puro del centro.

Se ve, pues, que en semejante esfera (que podría sustituirse con otro cuerpo, v. gr., oval ó cónico) se hallarán representados todos los colores posibles y al propio tiempo se echa de ver que es infinito el número de los colores posibles.

Sería de desear que todo color tuviese su nombre fijo aceptado por todo el mundo, pero mientras no suceda así, hemos de recurrir al espectro solar y á

las líneas de Fraunhofer, para entendernos en la determinación de los diferentes colores. Helmholtz, en su *Optica fisiológica* adopta como representantes de los diferentes colores principales las siguientes materias colorantes:

Al *rojo* corresponde el *cinabrio* (Brücke prefiere el carmin de cochinilla); al *naranja*, ó sea el rojo amarillento, corresponde el minio; al *amarillo rojizo* (dorado) corresponde el litargirio; al *amarillo puro* corresponde el cromato de plomo precipitado; al *verde* corresponde el verde de Scheele ó sea arseniuro de cobre; al *azul puro* ó *ciánico* corresponde el azul de Prusia; al *indigo* (añil) corresponde el ultramar; al *morado* corresponde el color de las violetas.

Colores que no se hallan en el espectro son el purpúreo ó de púrpura cuyos matices blanquecinos se llaman *rosa* y los más rojos *carmin*; *encarnado* es un rojo blanquecino, *azul celeste* un azul claro, los matices oscuros de rojo son los diferentes *morenos*, los del amarillo el *bazo*, los del verde con un tanto de gris *verde de aceituna*.

Los matices y tonos de los diferentes colores se designan vulgarmente con nombres de cosas que presentan casi siempre el mismo color y son conocidas de todo el mundo, como el garbanzo, la paja, el verderol, la castaña; ó bien reciben un nombre convencional de moda, como Bismarck, Solferino, etc.

En vista de tantos colores, surge naturalmente la cuestión de saber cómo el ojo percibe estas diferencias y en general cómo se vérifica la sensación de color. Para resolver este problema se había sentado una hipótesis que durante muchos años era admitida casi generalmente y á pesar de ciertas dudas; recientemente, empero, ha venido á oponérsele otra hipótesis que cuenta con un gran número de partidarios. Ambas teorías pretenden apoyarse en la ceguera de colores, y por esto no podemos dejar de hacernos cargo de las dos.

Helmholtz, modificando una teoría propuesta originalmente por Tomas Young, supone en el ojo tres clases de fibras nerviosas, de diferente excitabilidad por las ondas luminosas de diferente longitud, llamando *perceptivas de rojo* las fibras más susceptibles de excitación por las ondas luminosas de gran longitud, *perceptivas de verde*, las fibras preferentemente excitables por la luz de mediana longitud, y *perceptivas de morado*, aquellas fibras nerviosas cuyo estimulante mayor, es la luz de la longitud más pequeña.

El *rojo* del espectro excita fuertemente las fibras perceptivas de rojo y muy débilmente las fibras perceptivas de verde y de morado.

El *amarillo* excita ménos fuertemente que el rojo, pero en grado igual las fibras perceptivas de rojo y de verde, y solo débilmente la tercera clase de fibras.

El *verde* estimula enérgicamente las fibras perceptivas de verde y es recibido con igual indiferencia por las dos otras clases de fibras.

El *azul* excita muy poco las fibras perceptivas de rojo, impresionando fuertemente tanto las fibras de verde como las de morado.

El *morado*, finalmente, afecta con preferencia las fibras perceptivas de morado y trata casi con indiferencia las dos otras clases de fibras.

La luz que excita en grado igual todas las fibras perceptivas produce la sensación de *blanco*.

Es decir, que Helmholtz admite tres sensaciones *colóreas* fundamentales, de rojo, de verde y de morado, concediendo, empero, que asimismo pueden establecerse otros colores, con tal de dar *blanco* por su mezcla. Maxwell y Exner han propuesto el azul en lugar del morado como tercer color fundamental.

La segunda teoría de la percepción de colores se debe á Hering, quien en los años de 1872 á 1874, hizo seis comunicaciones á la Imperial Academia de las ciencias de Viena *sobre la teoría del sentido de luz*, las que se publicaron en 1878 en segunda edición.

Para Hering, el blanco no es resultado de una sensación mixta, puesto que nadie es capaz de distinguir en este color dos ó tres otros, como en un tritono se distinguen tres tonos. Tampoco considera el negro como grado mínimo de la misma sensación que en su mayor intensidad da la percepción del blanco, sino que lo tiene por una sensación particular, diferente é independiente de la del blanco, decididamente positiva, que no se produce por falta de luz, en lo oscuro, ni siquiera en las más profundas tinieblas, sino muy al contrario, necesita para producirse, de la acción estimulante de la luz exterior.

«A las percepciones de blanco y negro, corresponden dos procesos químicos cualitativamente diferentes que se verifican en la sustancia visual.» Cierta sustancia de la parte nerviosa del aparato visual experimentará una modificación bajo el influjo de la luz para volver á su estado primitivo, cuando este influjo cesa. Hering llama el primer proceso que produce la sensación de blanco, *disimilación*; y el segundo, al que se debe la sensación de negro, la denomina *asimilación*.

Además de las percepciones fundamentales de blanco y negro hay cuatro otras no ménos fundamentales, las de verde, rojo, azul y amarillo, formando parejas el verde con el rojo por un lado y el azul con el amarillo por otro lado. Hering, distingue pues tres diferentes partes constitutivas de la sustancia visual: una para la percepción del *blanco y negro*, otra para el *azul y amarillo*, y la tercera para el *rojo y verde*, es decir, una incolora y dos colóreas. En ambas parejas de colores, uno debe considerarse como color de disimilación y el otro